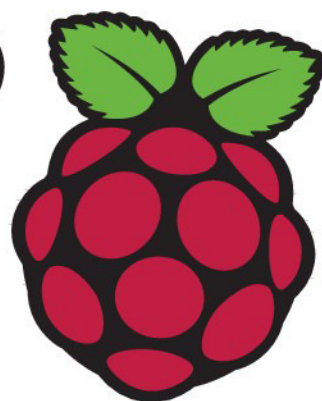
LA RIVISTA UFFICIALE TRADOTTA IN ITALIANO

La rivista ufficiale Raspberry Pi in italiano, da RaspberryItaly.com

Numero 72 Agosto 2018 www.raspberryitaly.com

ai RESA SEMPLICE

Progetti di Intelligenza Artificiale per Raspberry Pi

FARE MUSICA

Crea un po' di rumore con il Raspberry Pi

Gratuito!

IA RESA SEMPLICE

Aumenta il QI del tuo Raspberry con alcuni progetti IA

L'anno scorso abbiamo pubblicato un numero speciale di *The MagPi* che includeva il Voice Kit Google AIY Projects, ed è stato un enorme successo. Continuano a inviaci un sacco di divertenti progetti di assistenti vocali fatti con il kit, ottenendo, nel frattempo, una introduzione nel mondo dell'intelligenza artificiale.

Con la maturazione del cloud computing, dell'image recognition,e degli assistenti vocali, l'intelligenza artificiale (IA) sta velocemente diventando qualcosa a cui le masse possono avere accesso. Che cosa è però esattamente una IA e cosa è il machine learning? E come puoi usarlo con un Raspberry Pi? **Continua a leggere per scoprirlo....**

COS'È UNA IA?

JOSE MARCIAL PORTILLA

Jose è a capo della Data Science a Pierian Data Inc, e una esperto di IA. Tiene diversi cosri sull'insegnamento della IA, che puoi trovare qui:

magpi.cc/rxcYLk

Il termine "intelligenza artificiale" fu coniato nel 1956 in un covengno al Dartmouth College da John McCarthy, pochi anni dopo Alan Turing scrisse il suo ormai famoso saggio 'Computing Machinery and Intelligence', nel 1950.

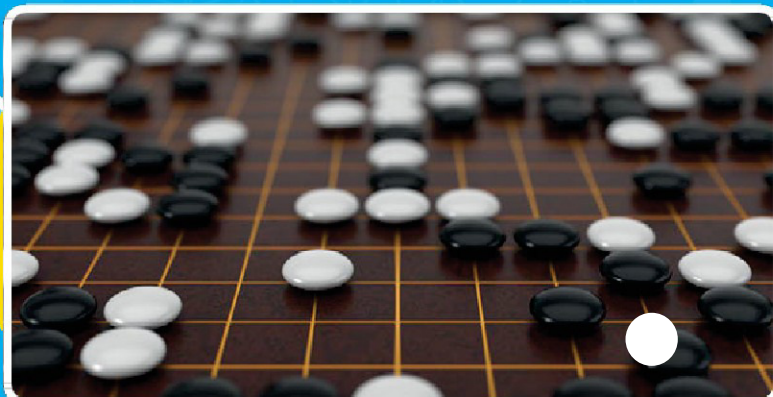
Un malinteso comune è quello di confondere i termini 'machine learning' e 'Intelligenza Artificiale'. Il machine learning è l'uso di algoritmi che hanno la capacità di imparare da una sorgente di dati, permettendo quindi all'algoritmo di creare previsioni o decisioni basate su questi dati. Gli esempi includono la classificazione delle e-mail di spam, la previsione dei prezzi degli alloggi, e la raccomandazione di prodotti nell'e-commerce.

Sebbene l'apprendimento automatico sia estremamente utile, tipicamente non pensiamo a questi singoli algoritmi di apprendimento automatico come 'Intelligenti' nello stesso modo in cui pensiamo agli umani come "intelligenti". Questo è il motivo per cui l'apprendimento automatico è un sottoinsieme dell'obiettivo più grande dell'intelligenza artificiale.

Ci sono anche istanze di ciò che viene comunemente definito come task di "IA ristretta"; queste includono più complesse applicazioni di reti neurali (uno specifico framework di algoritmi di machine learning modellati come neuroni biologici). Questi task di IA ristretta possono includere cose come la classificazione delle immagini, la traduzione dei linguaggi e il riconoscimento facciale. Ci sono stati enormi progressi in questo campo negli ultimi anni a causa di un grande aumento della disponibilità di potenza computazionale, soprattutto grazie ai progressi nelle prestazioni delle GPU.

> "Abbiamo visto i recenti sviluppi da parte di Google in questi specifici compiti di intelligenza artificiale"

Abbiamo visto i recenti sviluppi da parte di Google in questo tipo di intelligenza artificiale ristretta, incluse la creazione di un computer che può sconfiggere i migliori giocatori di Go del mondo (**magpi.cc/FRLdsa**), sviluppare auto a guida autonoma con WayMo (**magpi.cc/inTtzd**), e creare un Assistente Google capace di chiamare e creare appuntamenti con interazioni (**magpi.cc/itbNbz**). Questi sviluppi aiutano a spianare la strada verso la creazione di 'IA forti', che sono sistemi artificiali intelligenti che diventeranno indistinguibili dall'intelligenza degli umani. Questo è un futuro in cui l'intelligenza artificiale può iniziare a sviluppare musica, creare opere d'arte, e tenere una conversazione normale con un umano.

Anche se ci sono stati molti sviluppi in questi argomenti individuali, siamo ancora lontani da avere un vero sistema artificialmente intelligente, ma lavorando su queste diverse IA ristrette può aiutare i ricercatori a risolvere i problemi che potrebbero dover affrontare mentre perseguono una IA forte generalista.

AlphaGo Zero impara a giocare a Go (un gioco da tavolo) senza aiuto. Dopo 70 ore diventa un giocatore superumano e dopo 40 giorni si addestra per diventare, discutibilmente, il miglior giocatore di Go del mondo magpi.cc/oSPVEz.

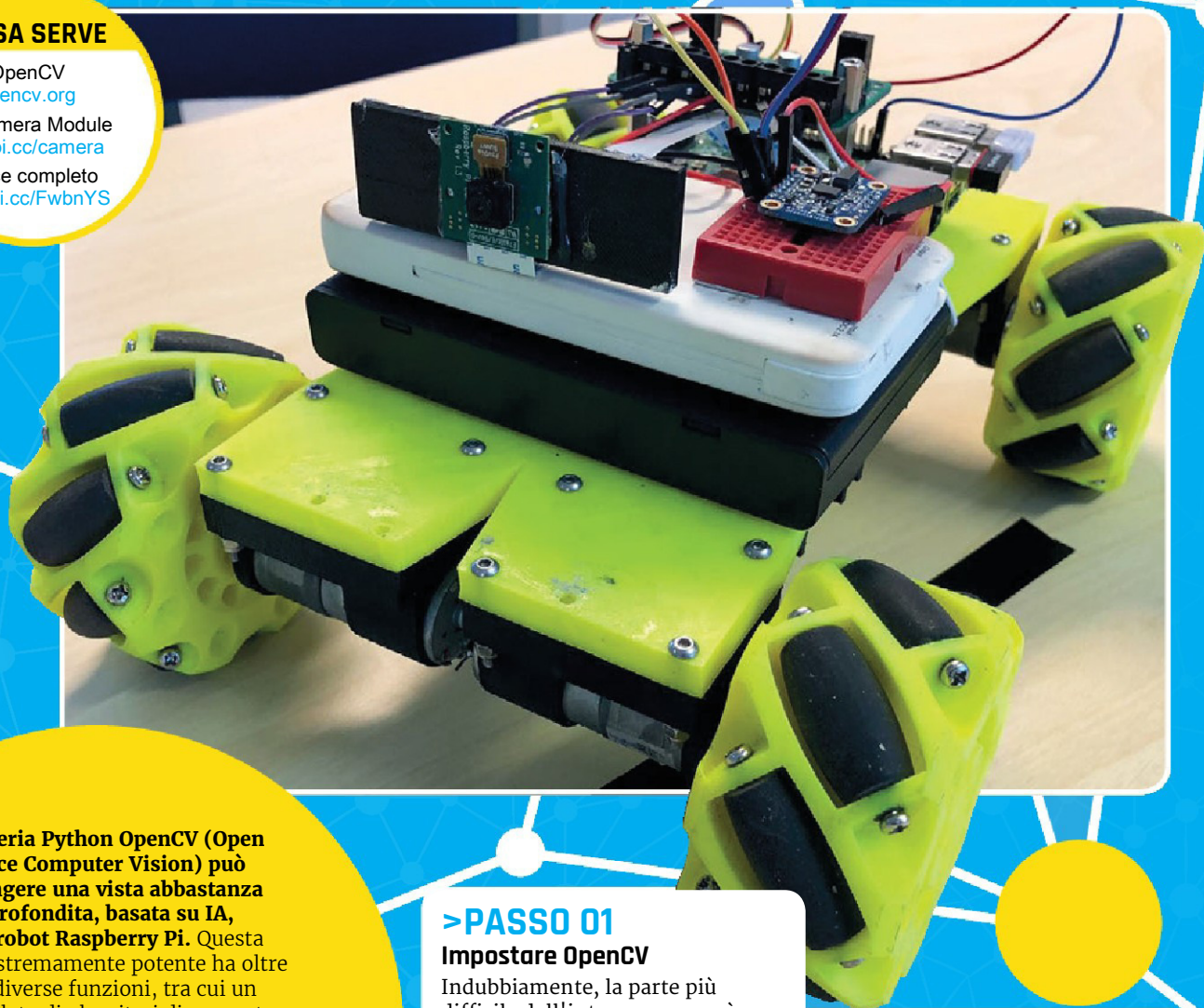
INSEGUIMENTO LINEA CON OPENCV

Il tuo robot è un po'… robotico?

COSA SERVE

OpenCV
opencv.org

Pi Camera Module
magpi.cc/camera

Codice completo
magpi.cc/FwbnYS

La libreria Python OpenCV (Open Source Computer Vision) può aggiungere una vista abbastanza approfondita, basata su IA, al tuo robot Raspberry Pi. Questa libreria estremamente potente ha oltre 2500 diverse funzioni, tra cui un set completo di algoritmi di computer vision e di apprendimento automatico, sia classici che all'avanguardia. Questi algoritmi possono essere utilizzati per rilevare e riconoscere i volti e identificare e tracciare gli oggetti. In questo esempio, ti faremo cominciare mostrandoti come OpenCV può essere utilizzato per rilevare una linea e come possiamo quindi addestrare un robot per seguirla.

>PASSO 01

Impostare OpenCV

Indubbiamente, la parte più difficile dell'intero processo è ottenere OpenCV correttamente installato e in esecuzione sul tuo Raspberry Pi. il processo di installazione dipende da quale Pi / OS stai utilizzando. Fortunatamente, ci sono delle eccellenti guide, compresa questa dell'ottimo Adrian Rosebrock: **magpi.cc/PwLKfE**.

>PASSO 02

Catturate un'immagine

La cattura delle immagini è ottenuta con la funzione **picamera.capture()**. Usiamo una risoluzione piuttosto bassa (320 × 240) in modo da mantenere piccole le dimensioni della immagine e abbassare la potenza di elaborazione richiesta per

analizzare ciascuna di esse. Una volta che l'immagine viene catturata, la ritagliamo anche, per ottenere solo la parte centrale, a cui siamo interessati.

>PASSO 03

Sfocare l'immagine

Siccome non ci interessano in realtà i dettagli dell'immagine, applichiamo una sfocatura gaussiana su tutto, per sfocare inutili dettagli. Questo aiuta a livellare ogni rumore (disturbo) nell'immagine. Non ti preoccupare riguardo al nome - è solo una funzione di OpenCV.

>PASSO 04

Usa la funzione findContours() per trovare la linea

Innanzitutto, facciamo un negativo dell'immagine, in quanto rende più facile per OpenCV rilevare i bordi. Usiamo poi la funzione **findContours()** per trovare i bordi della linea. Con della semplice matematica, possiamo allora capire dove esattamente, nell'immagine, appare la linea.

>PASSO 05

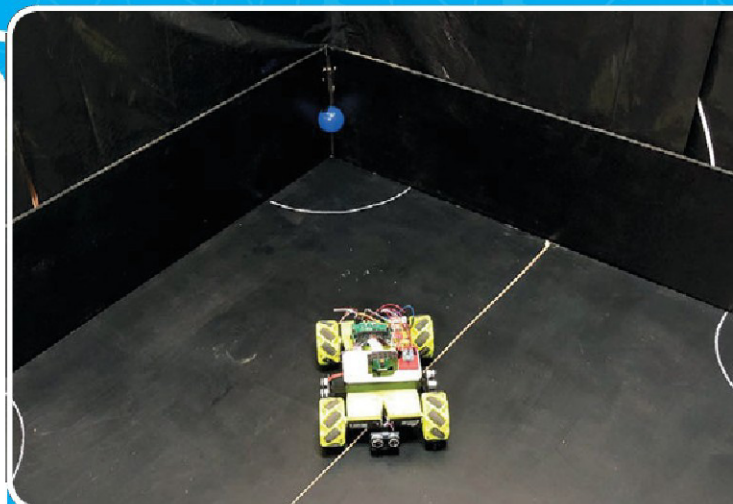
Muoviamoci

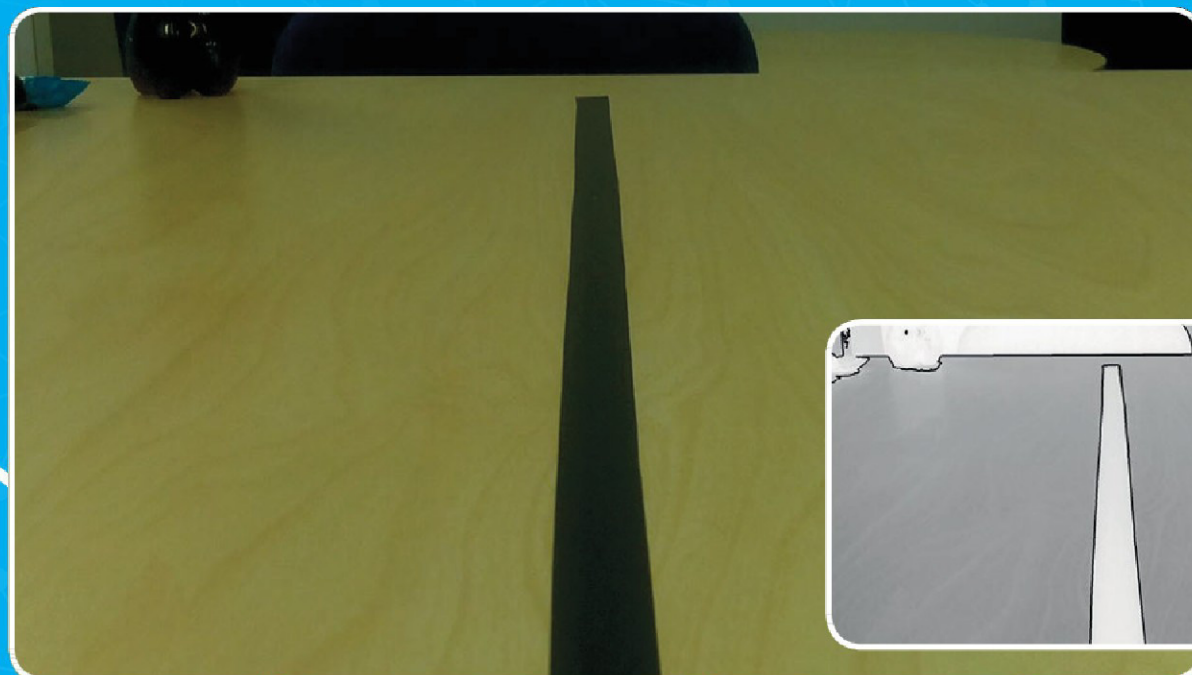
Ora che sappiamo dove sono i bordi della linea nell'immagine, possiamo istruire il nostro robot a muoversi di conseguenza. A questo punto, può essere applicata un po' di semplice logica. Lo pseudocodice sotto, dovrebbe aiutare.

```
se LINEA è al centro
dell'immagine:
VAI DRITTO

se LINEA è a sinistra
dell'immagine:
GIRA A SINISTRA

se LINEA è a destra
dell'immagine:
GIRARE A DESTRA
```

Funzionerà, ma puoi ottenere qualcosa di molto più sottile e complesso, se vuoi. Per esempio, sia la velocità di sterzo che di guida può essere modificata a seconda di quanto la linea è lontana dal centro dell'immagine.

Ora, non importa che piattaforma robot tu usi, (pensa CamJam EduKit o Tiny 4WD di Coretec Robotics) tutto quello scritto sopra vale lo stesso. Cambieranno solo le istruzioni per pilotare effettivamente i motori, a seconda della configurazione.

Una versione completa del codice sopra descritto può essere trovato qui: **magpi.cc/FwbnYS**.

ULTERIORI AVVENTURE
SOMEWHERE OVER THE RAINBOW!

C'è molto, molto altro che puoi fare con OpenCV. Nell'evento 'Somewhere Over the Rainbow 'in Pi Wars di quest'anno, i robot dovevano localizzare autonomamente e quindi guidare fino a quattro diverse palline colorate poste negli angoli di una "Arena" di 1,2 m quadrati (alcune squadre hanno avuto più successo di altre!) Il colore/oggetto di tracciamento utilizzati dai team erano principalmente basati su OpenCV e avevano un approccio simile a quello per trovare una linea. Tranne che si tratta di una palla. Anzi, di quattro palle, e tutte di colori diversi!
magpi.cc/aUzwfk

A sinistra L'immagine catturata dalla Pi Camera della linea di fronte

Sotto Dopo qualche tecnica di editing, è stata resa leggibile dal Pi

RICONOSCIMENTO IMMAGINI CON MICROSOFT AI

È straordinariamente semplice usare questo servizio di computer vision per darti una descrizione di ciò che Raspberry Pi può 'vedere'

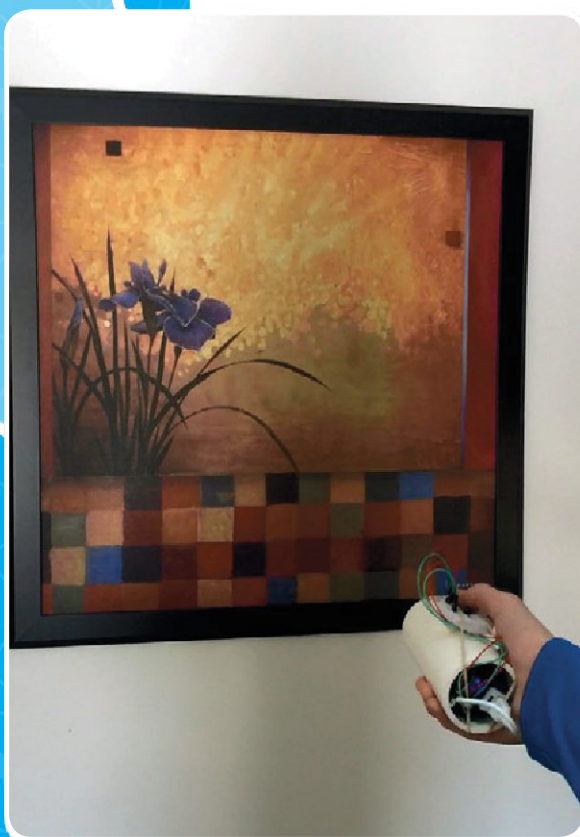
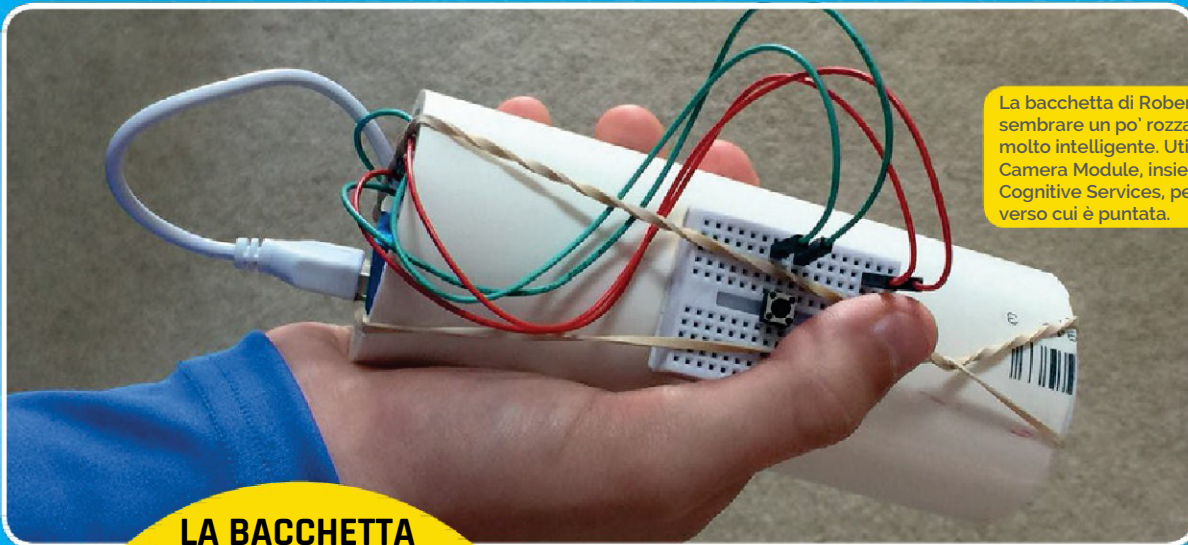
Microsoft's Computer Vision Cognitive Service è un servizio ricco di funzionalità, ha API basate sul cloud che forniscono analisi delle immagini, che può essere integrata facilmente e rapidamente nel tuo progetto. Inoltre, tra le altre caratteristiche, fornendo una descrizione di cosa 'vede', il servizio è in grado di categorizzare e taggare le immagini, rilevare volti umani e riconoscere il testo. Il prezzo è gratuito per un massimo di 5000 transazioni al mese, e successivamente 1$ o meno per 1000 transazioni per le principali caratteristiche.

Inviare un'immagine

Per iniziare con il Computer Vision Service, serve una API key, che puoi ottenere su **magpi.cc/dMRkhi**.
Usare l'API è semplicemente una questione di invio di una richiesta POST con la API key, un'immagine e un elenco delle analisi visive desiderate, quindi l'elaborazione del risultato sarà restituita.

L'immagine può essere una URL o un file. Le caratteristiche visive includono: Categorie, tag, descrizione, volti, ImageType, Colore e Adult. Possono essere richiesti anche ulteriori dettagli, come l'identificazione di celebrità e paesaggi. Un elenco completo di tutte le opzioni e cosa ognuna di esse offre, è disponibile sulla pagina della documentazione delle API su **magpi.cc/vOeFzE**.

Il listato **recognition.py** è un esempio in Python per richiedere una descrizione di un'immagine memorizzata localmente nel file **/tmp/image.jpg**.Il risultato restituito sarà nella forma mostrata di seguito:

```
01.{
02.  "description": {

03.    "captions": [
04.          {
               "text": "La descrizione dell'immagine appare qui",
05.            "confidence": 0.9234897234987234
06.          }
07.    ]
08.  },
09.  "requestId": "c11894eb-de3e-451b-9257-7c8b168073d1",
10.  "metadata": {
11.    "height": 600,
12.    "width": 400,
13.    "format": "Jpeg"
14.  }
15.}
```

La bacchetta di Robert Zakon potrebbe sembrare un po' rozza, ma è un dispositivo molto intelligente. Utilizza Pi Zero e un Camera Module, insieme a Microsoft Cognitive Services, per identificare gli oggetti verso cui è puntata.

LA BACCHETTA MAGICA CHE VEDE

I concetti base di questo progetto possono essere applicati per costruire una "bacchetta che vede", un progetto che ti dice a cosa viene puntato! Puoi trovare maggiori dettagli su come costruirne una, qui: magpi.cc/pfOPwB. La bacchetta è stata costruita per aiutare una persona non vedente a "vedere"un po 'di più del mondo che la circonda - È un aggeggio un po' di fortuna in realtà, che usa una breadboard e un tubo in PVC. Comunque, è davvero meraviglioso.

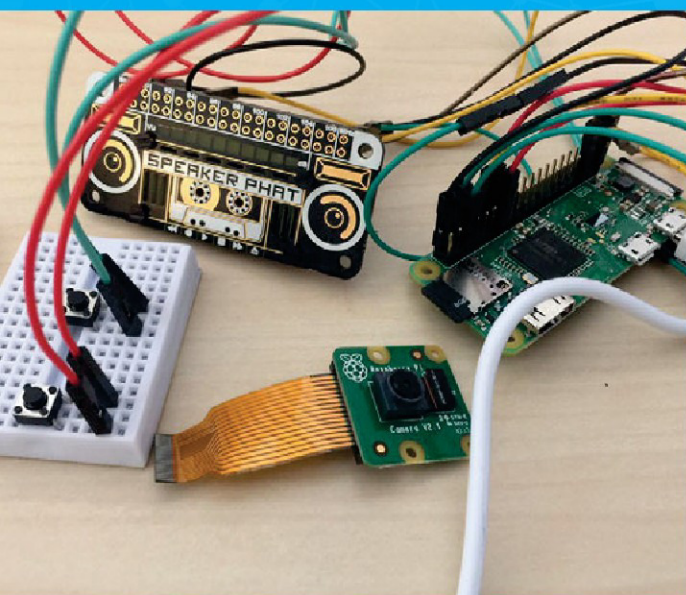
Per saperne di più sul servizio di Computer Vision e testarlo usando le tue immagini (senza dover scrivere il codice se lo si desidera), vedi su: **magpi.cc/fFLtpJ**.

CODICE:

LINGUAGGIO: PYTHON

DOWNLOAD: magpi.cc/DWcGRT

recognition.py

```
01. #!/usr/bin/python
02. import httplib, urllib, base64, json, re

03. # CAMBIA LA {MS_API_KEY} SOTTO CON LA TUA MICROSOFT VISION API
04. KEY
    ms_api_key = "{MS_API_KEY}"
05.
06. # setup vision API
07. headers = {
08.     'Content-Type': 'application/octet-stream',
09.     'Ocp-Apim-Subscription-Key': ms_api_key,
10. }
11. params = urllib.urlencode({
12.     'visualFeatures': 'Description',
13. })
14.
15. # leggi immagine
16. body = open('/tmp/image.jpg', "rb").read()
17.
18. # invia richiesta all API e scrivi il risultato in caso di
19. successo o errore
    try:
20.     conn = httplib.HTTPSConnection('westcentralus.api.
21. cognitive.microsoft.com')
        conn.request("POST", "/vision/v1.0/analyze?%s"%params,
22. body, headers)
        response = conn.getresponse()
23.     analysis=json.loads(response.read())
24.     image_caption = analysis["description"]["captions"][0]
25. ["text"].capitalize()
        conn.close()
26.     print image_caption
27.
28. except Exception as e:
29.     print e.args
30.
```

RICONOSCIMENTO VOCALE CON ZAMIA

COSA SERVE

- Altoparlanti attivi
- microfono USB
- eliza.py
- magpi.cc/DUkkTT

I progetti IA non devono per forza essere connessi a Internet, e Zamia ci mostra come eseguire il riconoscimento vocale offline

Gli assistenti vocali sono molto popolari al giorno d'oggi – ma la maggior parte di essi si basa su servizi cloud che richiedono una connessione a internet, che può causare problemi di privacy e lascia oscuro il loro funzionamento interno.

>PASSO 01

Installazione

La maggior parte dei più avanzati software di riconoscimento vocale che stiamo usando qui non fa ancora parte di Raspbian. Ci baseremo quindi su un repository di terze parti dal progetto Zamia-Speech.

Per impostare la fonte aggiuntiva per APT, esegui con i permessi di root (**sudo -i**) quanto segue:

```
echo "deb http://goofy.zamia.org/repo-ai/raspbian/stretch/armhf/ ./" >/etc/apt/sources.list.d/zamia-ai.list
wget -qO - http://goofy.zamia.org/repo-ai/raspbian/stretch/armhf/bofh.asc | sudo apt-key add -
```

Una volta aggiunto, puoi installare i pacchetti richiesti usando APT (di nuovo con i permessi di root):

```
apt-get update
apt-get install python3-nltools python-kaldiasr-doc kaldi-chain-zamia-speech-en pulseaudio-utils pulseaudio
```

>PASSO 02

ASR su un file WAV

Andiamo per gradi: per provare il motore di riconoscimento vocale Kaldi-ASR, gli daremo semplicemente in pasto una frase registrata. Useremo uno dei file di esempio che viene fornito con esso (o qualsiasi altro file WAV mono 16 kHz, se preferisci):

```
zcat /usr/share/doc/python-kaldiasr-doc/examples/dw961.wav.gz > dw961.wav
```

Il codice per eseguire Kaldi ASR su questo esempio è mostrato nel codice **wav_decoder.py**.

>PASSO 03

Riconoscimento vocale live

Il programma **live_vad.py** è la base del nostro assistente vocale: registriamo campioni dal nostro microfono usando Pulse Recorder, inviamolo in un rilevatore di attività vocale (VAD), e decodifichiamolo usando Kaldi ASR. La variabile **MODELDIR** punta al modello di riconoscimento vocale inglese incorporato di

```
pi@raspberrypi:~/zamia-speech $ python3 va_eliza.py
INFO:root:Generating grammar tables from /usr/lib/python3.5/lib2to3/Grammar.txt
INFO:root:Generating grammar tables from /usr/lib/python3.5/lib2to3/PatternGrammar.txt
Initializing...
INFO:root:audio source: CM108 Audio Controller Analog Mono
Please speak. (CTRL-C to exit)
hello computer
Hello there!
switch on the lights
OK, switching on the lights.
switch on the radio
OK, switching on the radio.
computer
Hello there!
you are a computer
Do you feel threatened by computers?
```

ideale per il riconoscimento vocale offline, ZamiaSpeech offre pacchetti Kaldi ASR precompilati per Raspbian, completi di modelli pre-addestrati per l'inglese e il tedesco. È tutto gratuito, senza cloud e open source

CODICE:

LINGUAGGIO: PYTHON

DOWNLOAD: magpi.cc/zbtuSx

Zamia-Speech che abbiamo installato dalla sua fonte APT in precedenza. Puoi sperimentare con diverse impostazioni di volume se non sei soddisfatto dai risultati del riconoscimento.

>PASSO 04

Text to speech

Un assistente vocale non dovrebbe solo riconoscere il linguaggio naturale, dovrebbe anche essere in grado di produrre risposte vocali per comunicare con l'utente.
Qui useremo eSpeak NG per la sintesi vocale poiché è un software gratuito e facile da configurare. Il codice **espeakng_tts.py** è un piccolo esempio di come usarlo.

>PASSO 05

Intenti e azioni

Dobbiamo capire cosa l'utente vuole che facciamo: cioè l'intento dell'utente. Vogliamo mantenere le cose semplici per ora, quindi avremo solo tre intenti: **HELLO** (dì ciao), **LIGHTS**, e **RADIO** (attiva le luci e accendi o spegni la radio). **add_utt** è una funzione di utilità che usiamo per creare una mappatura statica tra espressioni del linguaggio naturale come "accendi la radio" e gli intenti corrispondenti.

Con questi presupposti, possiamo semplicemente analizzare l'enunciato dell'utente per trovare l'intento e generare una risposta.
Il codice **va_simple.py** è il nostro bot completo in questa fase.

>PASSO 06

Modelli ed ELIZA

Per rendere il nostro bot tollerante alle variazioni di input, possiamo usare i pattern: 'switch the (radio|music) (on|off)' genererà già quattro modelli. Invece di una semplice mappatura tra input e modelli, useremo la loro distanza di modifica (l'insieme minimo di operazioni di inserimento, cancellazione e sostituzione, per trasformarne uno nell'altro) per calcolare il riscontro più vicino - questo renderà il nostro bot tollerante verso le espressioni che non abbiamo previsto. Se non troviamo abbastanza riscontri, lo gireremo a ELIZA per generare una risposta. Il codice **va_eliza.py** comprende il bot completato.

>PASSO 07

Portandolo più in là

Ci sono infinite possibilità di migliorare ulteriormente questo assistente vocale. Può diventare creativo: fagli raccontare delle barzellette, dire citazioni dai tuoi film preferiti o inventarsi le tue stesse argute risposte. O rendilo più pratico: aggiungi una parola d'ordine e sistema di attenzione, fagli dire l'ora corrente o la data; o, se non ne hai bisogno di farlo funzionare offline, aggiungi capacità online come scaricare le previsioni meteo o cercare le definizioni su Wikipedia.

Puoi anche migliorare le sue capacità linguistiche: usa strumenti più avanzati di sintesi vocale come SVOX Pico o Google Tacotron per avere risposte più naturali, o vai su zamia-speech.org per imparare come adattare il modello di riconoscimento vocale modello alle tue esigenze.

> "Ci sono infinite possibilità di migliorare ulteriormente questo assistente vocale"

PROGETTI IA ISPIRANTI

Altri esempi di alcune delle cose fantastiche che puoi fare con l'IA sul Raspberry Pi

ARTIFICIAL LIFE PROJECT

MAKER: MICHAEL DARBY
TIPO IA: SIMULAZIONE
magpi.cc/ZKcLUY

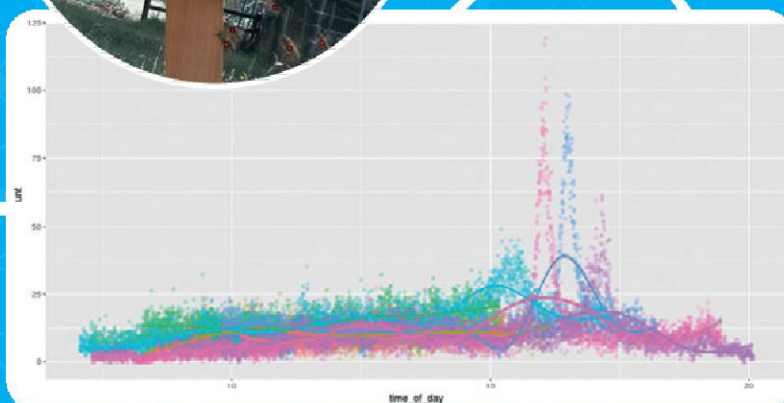
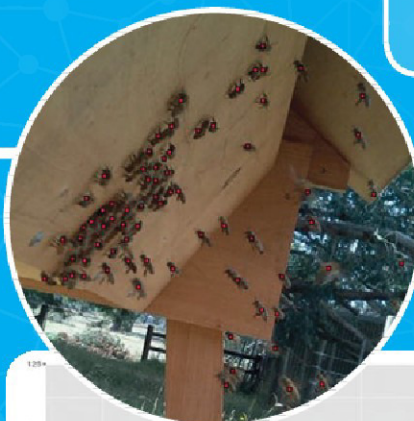
Qualcosa che associeresti più tradizionalmente all'intelligenza artificiale, questa simulazione crea forme di vita artificiali in codice Python, dando loro tratti diversi e permettendogli di riprodursi, morire e così via. Sarebbe un esperimento piuttosto terrificante se fossero reali, ma non lo sono, quindi va bene. Comunque, è tutto splendidamente visualizzato su un Unicorn HAT.

Come piccolo bonus, Michael ha pensato a un modo per collegarlo a Minecraft Pi per ottenere un tipo diverso di rappresentazione visiva di come evolve la simulazione.

COUNTING BEES

MAKER: MAT KELCEY
TIPO IA: VISION
magpi.cc/BHXFpo

Come suggerisce il nome, questo progetto è usato per contare le api, in particolare in un alveare. Secondo Mat sul suo blog, a riguardo non è riuscito a trovare nessun sistema non invasivo decente per fare questo compito. Così ne ha fatto uno!

Usa un Camera Module Raspberry Pi standard e il codice Python utilizza TensorFlow (e alcuni un po' di allenamento manuale) per rilevare le api nell'immagine. Nel tempo è diventato molto più accurato, attraverso una miscela di machine learning e ottimizzazione delle immagini.

POKÉDEX

MAKER: ADRIAN ROSEBROCK
TIPO IA: VISION
magpi.cc/gYUpxN

Ci sono stati diversi giocattoli Pokédex in passato, circa 20 anni o più prima che venissero lanciati i Pokémon. Tuttavia, nessuno possedeva l'attuale possibilità di usare l'immagine di un Pokémon per identificalo, come nei giochi e nello show televisivo.

Utilizzando centinaia di immagini, dagli artwork ufficiali ai rendering, ai peluche e le opere dei fan, Adrian è riuscito a istruire un Raspberry Pi per essere in grado di identificare cinque degli 807 Pokémon attualmente esistenti (tranne forme diverse, varianti regionali, Mega evoluzioni, ecc.).

I risultati? Il suo blog a riguardo, è piuttosto accurato. Forse Nintendo lo prenderà in licenza e lo metterà in Pokémon GO?

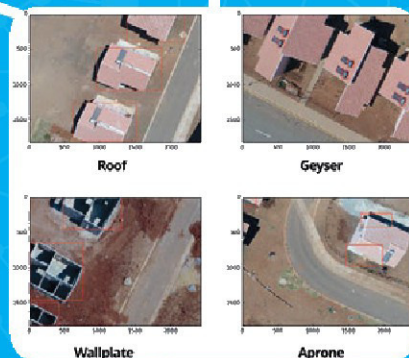
DRONE OBJECT DETECTION

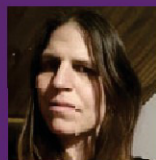
MAKER: ARUN GANDHI
TIPO IA: VISION
magpi.cc/vZXAXa

La tecnologia dei droni, e la loro automazione, è in costante miglioramento. Accoppiare i droni con il riconoscimento delle immagini sembra un gioco da ragazzi, e questa fusione della tecnologia è stata utilizzata in Africa per monitorare i progetti di costruzione delle case.

Le immagini catturano le varie fasi di costruzione delle case in modo da assicurarsi che se insorgono problemi, la squadra ne sarà informata. Usando quasi 1500 immagini, hanno addestrato l'intelligenza artificiale a guardare con abilità in cerca delle caratteristiche di parti diverse della costruzione della casa in modo che potessero essere ritrasmesse per l'ispezione. Questo progetto è stato creato con il NanoNets API (nanonets.com).

INTELLIGENT DOOR LOCK

MAKER: KHAIRUL ALAM
TIPO IA: VISION
magpi.cc/Cbwaih

Questo progetto è piuttosto complesso, ma fondamentalmente è una serratura intelligente. Tutto ciò che devi fare è addestrarlo a riconoscere le persone che conosci e se vengono alla tua porta, ti farà sapere chi c'è. È più complicato di una semplice installazione di una fotocamera che puoi riprodurre in web streaming, ma significa che puoi ricevere un messaggio di testo che dice chi è, piuttosto che strizzare gli occhi su una telecamera posta dall'altra parte della città.

Questo particolare progetto utilizza Alexa, e può anche aprire la porta senza che tu sia fisicamente presente. Darà anche il benvenuto al tuo ospite. In perfetto stile ***Star Trek***.

K.G. ORPHANIDES
KG. è uno scrittore, sviluppatore e un musicista decaduto. Al momento sta lavorando su un ambiente audio per il progetto game Codename Caerus.
twitter.com/kgorphanides

FARE MUSICA

TRASFORMA IL TUO RASPBERRY PI IN UNO STUDIO CASALINGO DI REGISTRAZIONE CON IL SOFTWARE WORKSTATION AUDIO DIGITALE

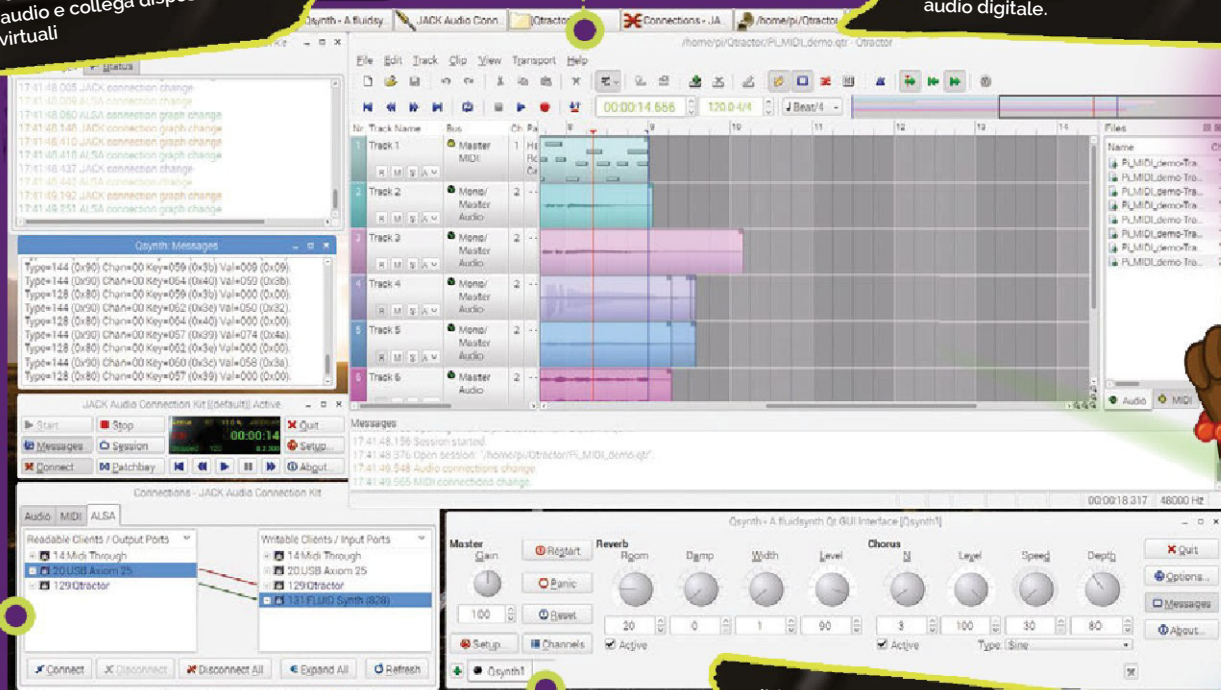
Cosa Serve

- Altoparlanti/ cuffie per l'audio monitoring - usa le migliori che hai
- Tastiera MIDI (opzionale)
- Interfaccia audio USB (opzionale)
- file di definizione strumenti MIDI magpi.cc/LLbvwo

Compatto, silenzioso e capace di integrarsi perfettamente con dispositivi USB di qualità professionale, il tuo Raspberry Pi può diventare un completo studio di registrazione casalingo. Presenteremo gli strumenti gratuiti che devi avere per partire con la produzione audio e ti mostreremo come impostare il tuo Pi per la registrazione audio digitale a bassa latenza e la sintesi MIDI.

Nel processo, userai dei software compresi JACK Audio Connection Kit, FluidSynth software synthesizer, e Qtractor DAW (Digital Audio Workstation). Introdurremo anche modi per suonare strumenti MIDI utilizzando la tastiera del tuo computer, editare gli spartiti con il mouse e esportare le tue registrazioni in formati facilmente fruibili.

JACK è un demone audio a bassa latenza che riduce al minimo il ritardo audio e collega dispositivi fisici e virtuali

Qtractor è una workstation audio digitale stabile, in stile tracker, per il MIDI e la registrazione di audio digitale.

Il front end Qsynth di FluidSynth aiuta a trasmettere il MIDI attraverso dispositivi audio standard

Il Raspberry Pi ha potenza del processore e memoria limitati e manca un ingresso linea integrato, ma con alcuni hardware esterni e delle scelte software giudiziose, l'ultimo Raspberry Pi 3 B+ è facilmente all'altezza della produzione e modifica complessa di musica multitraccia.

> La qualità CD corrisponde a una frequenza di 44.1 kHz e una profondità di 16 bit

COME FUNZIONA LA REGISTRAZIONE AUDIO DIGITALE?

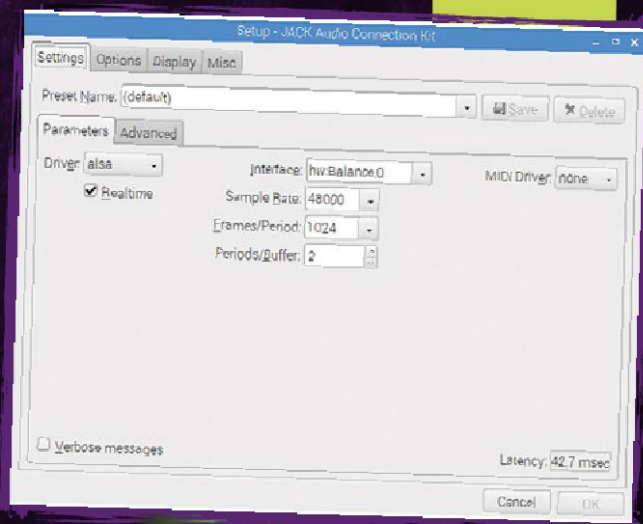
Quando registri il suono in digitale, un convertitore analogico-digitale (ADC) nel dispositivo di registrazione, taglia la forma d'onda analogica in sezioni che verranno codificate come dati usando una tecnica chiamata pulse-code modulation (PCM), la cui precisione è determinata dalla sua frequenza di campionamento e profondità di bit.

La frequenza di campionamento, detta anche sample frequency, si riferisce al numero di fette in cui viene divisa una forma d'onda analogica mentre viene registrata digitalmente. La profondità bit è una misura della quantità di dati usati per codificare il segnale digitale. L'audio di qualità CD ha una frequenza di 44.1 kHz e una profondità di 16 bit. Durante la registrazione audio digitale, dovresti considerare questo come tuo requisito minimo di qualità. Frequenze di campionamento e profondità di bit più elevate sono supportate da molti dispositivi audio, e sono utili in specifiche situazioni di registrazione, ma ci atterremo alle impostazioni predefinite dei nostri software, con una frequenza di campionamento di 44,1 kHz o 48 kHz, a seconda del tuo hardware.

COS'È IL MIDI?

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) è un metodo standard di trasmissione e codifica di segnali musicali, ideato per la prima volta nei primi anni '80. Registra input da strumenti MIDI come una serie di istruzioni che codificano il tono, la durata, la velocità - la dinamica della nota, come la forza con la quale viene colpito un tasto - e altre caratteristiche audio per ogni nota, compresi effetti come portamento, accordatura e dissolvenza.

Mentre l'hardware MIDI più vecchio utilizzava connettori DIN a cinque pin, la maggior parte dei dispositivi moderni inviano il MIDI sulla USB. Per questo tutorial useremo un sintetizzatore software o soft synth, per leggere l'input MIDI e riprodurlo attraverso un convertitore digitale-analogico (DAC) come quelli realizzati con interfacce audio USB o il SoC Broadcom BCM2835 del Pi, utilizzando un banco di strumenti software chiamato SoundFonts.

Il primo passo per configurare il tuo ambiente audio è dire a JACK di usare ALSA e la tua interfaccia – un dispositivo Propellerhead Balance USB, in questo esempio

HARDWARE E SOFTWARE

Se hai solo un Raspberry Pi, senza audio USB o dispositivi di ingresso MIDI di qualsiasi tipo, puoi comunque cominciare a fare musica. Per la composizione MIDI, puoi inserire le note usando un mouse o utilizzare un software di tastiera virtuale per suonare in tempo reale usando la tastiera del PC come uno strumento.

Per l'audio digitale, librerie di campioni esenti da diritti sono disponibili online per essere utilizzati insieme nelle tue tracce personali. Puoi anche importare registrazioni fatte su altri dispositivi, come ad esempio il tuo smartphone. Il solo hardware di cui sicuramente non puoi fare a meno è una coppia di altoparlanti o delle cuffie decenti.

> "Puoi anche importare registrazioni fatte con altri dispositivi"

EVOLUZIONE

Per registrare una gamma di strumenti live, però, vorrete un Interfaccia audio USB con ingressi multipli per gestire la conversione analogica-digitale. Le scelte entry-level popolari includono il Behringer U-Phoria UMC404HD e l'IK Multimedia iRig Pro Duo. I Nostri screenshot mostrano il – purtroppo fuori produzione – Propellerhead Balance audio interface.

Se vuoi qualcosa di più semplice ed economico, cerca un cavo con connettori TS da ¼ di pollice (chitarra) che portano a un convertitore USB, che contiene una piccola scheda per digitalizzare l'audio in uscita, come il Behringer Line 2 USB.

Per la voce o registrazioni strumentali acustiche, un microfono a condensatore USB – che funge da dispositivo di input audio USB dedicato – è un buon punto di partenza. Il Samson Meteor Mic è una scelta economica solida, mentre, se vuoi spendere di più, Yeti Pro di Blue Microphones è fantastico e può diventare un microfono in standard XLR.

LA MACCHINA SOFTWARE

il software Digital audio workstation (DAW) ti offre un ambiente completo per registrare, modificare e combinare tra loro sia le tracce audio che gli ingressi da dispositivi MIDI. Tipicamente includono i moduli che possono registrare dati MIDI dal vivo come se li suonassi su una tastiera musicale, notazione musicale o strumenti per la modifica del piano roll, strumenti di registrazione digitale e modifica audio, e capacità di missaggio per aiutarti a bilanciare l'audio di varie fonti.

In questo tutorial, useremo Qtractor. Anche se non è completo come alcuni dei suoi rivali, con la vistosa assenza di un editor di notazione e importazione da MIDI, è particolarmente semplice da usare ed è estremamente stabile sul Pi.

Per garantire una registrazione di ottima qualità ed evitare lag, in particolare quando si suona a lungo tracce audio digitali pre-registrate, useremo JACK Audio Connection Kit (JACK in breve), un demone audio a bassa latenza per gestire il routing audio e la connessione e FluidSynth per dare voce alla nostra tastiera MIDI.

Installeremo anche una manciata di altri strumenti utili per i musicisti: Lingot guitar tuner; MuseScore notation editor e VMPK (il Virtual MIDI Piano Keyboard) per controllare un sintetizzatore MIDI usando la tastiera del tuo computer; e l'editor audio Audacity, che fornisce un ambiente più pulito per modificare forme d'onda audio digitali.

Per installare tutto il software di cui avrai bisogno per questo tutorial, esegui quanto segue in una finestra del Terminale:

```
sudo apt install
qjackctl qsynth qtractor
fluid-soundfont-gs vmpk
musescore lingot audacity
```

Necessiteremo anche di un file di definizione strumenti MIDI per utilizzare il nostro SoundFonts, quindi scarica il file open-source **Standard.ins** da **magpi.cc/Llbvwo**.

Per registrare strumenti mono come le chitarre in Qtractor, dovresti creare un bus mono dedicato

JACK ti consente di tracciare fili virtuali tra i dispositivi come la tua tastiera MIDI, DAW, e il sintetizzatore software

IMPOSTA LA TUA WORKSTATION AUDIO

Linux ha il supporto integrato per l'hardware audio conforme allo standard USB. Collega le tue interfaccia audio e tastiera MIDI, avvia il tuo Pi, e sei pronto a partire. Inizieremo caricando il nostro software e a impostare il demone audio JACK per instradare correttamente i nostri dispositivi MIDI.

QjackCtl – l'interfaccia GUI di controllo per JACK low-latency audio driver – è installata di default su Raspbian, ma non è visibile nei menu. Per farla appare, vai su Preferences > Main Menu Editor nel menu di Raspbian, seleziona Sound & Video e metti un segno di spunta accanto a QjackCtl prima di fare clic su OK.

In alternativa, puoi avviarla eseguendo QjackCtl in una finestra del Terminale, come andremo a fare, per lanciare contemporaneamente anche l'altro software di cui abbiamo bisogno: Qsynth, per lanciare un sintetizzatore software che emette MIDI tramite il nostro dispositivo audio e la DAW di Qtractor.

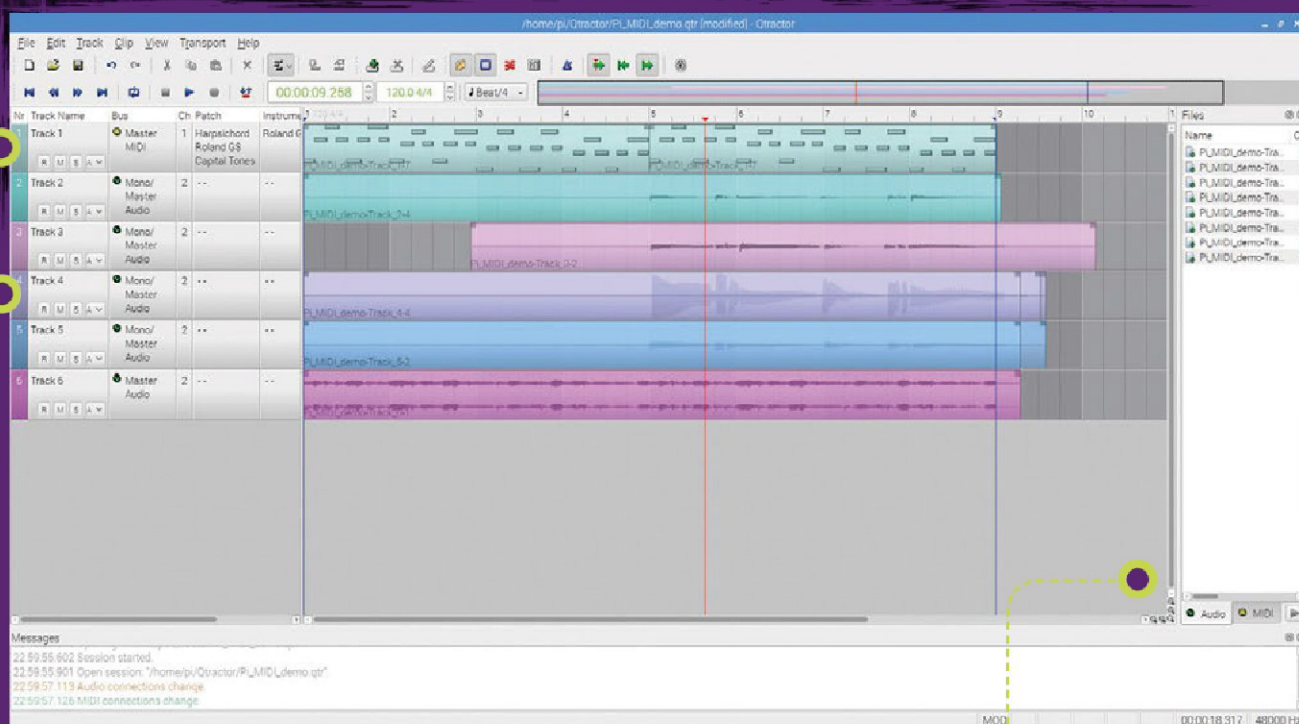
```
qjackctl & qsynth & qtractor
```

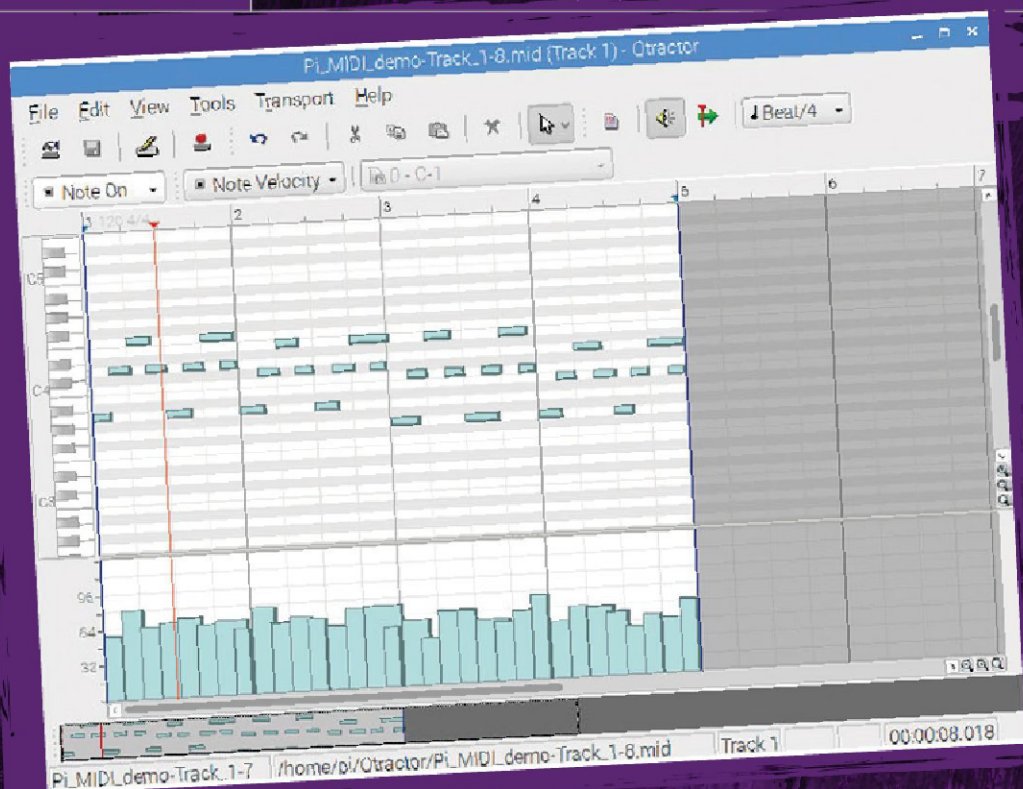
La finestra di QjackCtl può apparire con la barra del titolo fuori dallo schermo. Se dovesse succedere, tieni premuto ALT sulla tastiera e usa il mouse per trascinarla in una posizione più comoda.

Fai clic sul bottone Setup in QjackCtl, assicurati che il driver ALSA sia selezionato e scegli il tuo dispositivo di uscita audio dall'interfaccia pull-down. Se stai usando il suono integrato del Pi, scegli **hw:ALSA bcm2835**. Se stai usando un dispositivo di output USB, seleziona invece quello. Fai clic su OK e quindi premi Start sul pannello di controllo JACK.

Vai a Qsynth e seleziona Setup. Fai clic sulla scheda SoundFonts e fare clic su Open. Dovrebbe aprire automaticamente la directory **/usr/share/sounds/sf2**, dove troverai SoundFonts General MIDI (GM) e Roland Sound Standard standard (GS) che abbiamo installato in precedenza. Selezionali entrambi fai clic su Apri.

Dopo essere tornato al menu di setup, evidenzia FluidR3_GS SoundFont e fare clic sul bottone

L'ingresso MIDI è mostrato come una sequenza di toni discreti

Le registrazioni audio digitali sono visualizzate come una forma d'onda

Cinque icone "lente di ingrandimento" ti permettono di ingrandire e ridurre le tracce

Il piano roll di Qtractor ti lascia eseguire modifiche MIDI nota per nota

per renderlo il predefinito di SoundFont, quindi fai clic su OK. permetti a Qsynth di riavviare.

Vai a Qtractor e, dalla visualizzazione menu, seleziona Instruments. Fai clic su Importa e cerca dove hai salvato il file **Standard.ins** che abbiamo scaricato in precedenza. Selezionalo e fai clic su Open, quindi seleziona Close e salva le modifiche agli strumenti. Sarai ora in grado di selezionare gli strumenti GM e GS MIDI per nome.

USARE IL TUO MIDI SETUP

Assicurati che la tua tastiera USB MIDI sia connessa – o, se non ne possiedi una, apri VMPK (Virtual MIDI Piano Keyboard) dal menu Sound & Video.

Vai a QjackCtl e premi il bottone Connect. Qui è dove leghi tra loro i fili virtuali che collegano i tuoi diversi dispositivi l'uno all'altro.

Assicurati che la scheda ALSA sia selezionata. Dovresti vedere una lista di dispositivi di ingresso e uscita. Nel nostro esempio, vogliamo collegare la nostra tastiera MIDI a Qtractor per l'input e Qtractor a FluidSynth per l'output.

Per fare ciò, clicca e trascina dalla keyboard nella lista sulla destra Readable Clients / Output Ports, a Qtractor in Writable Clients / Input Ports sulla sinistra. Quindi trascina da Qtractor sulla destra a FluidSynth a sinistra.

Prima di poter usare Qtractor per riprodurre o registrare l'ingresso MIDI, dovrai creare una traccia MIDI. Fai click con il tasto destro nel suo spazio di lavoro principale e seleziona Add Track, seleziona MIDI come tipo, Roland GS come strumento, Roland GS Capital Tones come Bank, e qualsiasi voce tu abbia in programma. Quindi fai clic su OK.

Puoi cambiare lo strumento di una traccia MIDI in qualsiasi momento, cliccando con il tasto destro su di esso e scegliendo una voce dal sotto-menu Instrument.

PRONTO A REGISTRARE

La prima volta che crei o inizia a registrare una traccia, ti verrà richiesto di dare un nome alla sessione e scegliere una directory di salvataggio. È consigliabile creare una cartella chiamata **Qtractor** nella tua home directory per questo. Una volta che hai iniziato a lavorare su un pezzo

musicale, ricordati di salvare spesso premendo **CTRL+S**.

Per registrare l'ingresso MIDI in tempo reale, seleziona la traccia che desideri registrare e abilitala premendo il bottone **R** proprio sotto al suo nome. Assicurati che l'indicatore di riproduzione – indicato da una linea rossa – sia all'inizio della traccia usando il Tasto **BACKSPACE**, il bottone Indietro nella barra degli strumenti o trascinandolo in quella posizione con il mouse. Poi premi il bottone rosso Record nella barra degli strumenti e, infine, premi Play per iniziare la registrazione.

Premi Stop o premi **SPAZIO** quando hai finito. Ricorda di premere nuovamente il pulsante **R** sotto la traccia per disattivarla.

Se hai bisogno di una traccia da cliccare per suonare a lungo, premi l'icona Metronomo sulla barra degli strumenti o seleziona Metronome dal menu Transport. Puoi cambiare il tempo e l'indicazione del tempo del tuo pezzo nelle sezioni della barra degli strumenti Current tempo e Snap/Beat.

Una volta registrato un passaggio MIDI, è possibile rimuovere lo spazio vuoto o le barre indesiderate dall'inizio e fine trascinando i marcatori blu all'inizio e alle fine della sezione che desideri rimuovere e premere **CTRL+MAIUSC+CANC**. La funzione Loop ti consente di usare marcatori similari per definire una sezione che vorresti ascoltare più volte.

Se è necessario ritoccare manualmente la registrazione, fai doppio clic sulla traccia per aprire il piano roll. Qui puoi vedere le singole note e loro caratteristiche, come ad esempio intonazione, tempo e velocità. Puoi selezionare, spostare ed eliminare note, o applicare effetti a intere sezioni della musica, come la quantizzazione, per allineare con precisione il loro tempo con il ritmo. Puoi anche disegnare nuove note usando il mouse.

> Per registrare un ingresso MIDI in tempo reale, scegli la traccia voluta e abilitala

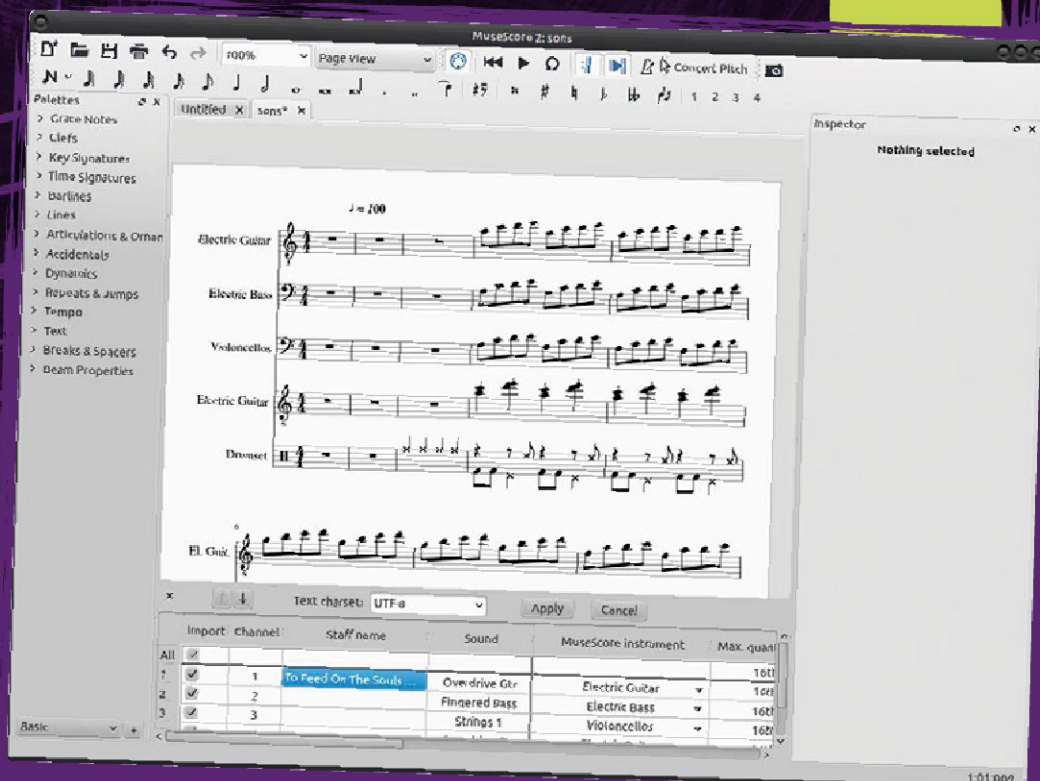
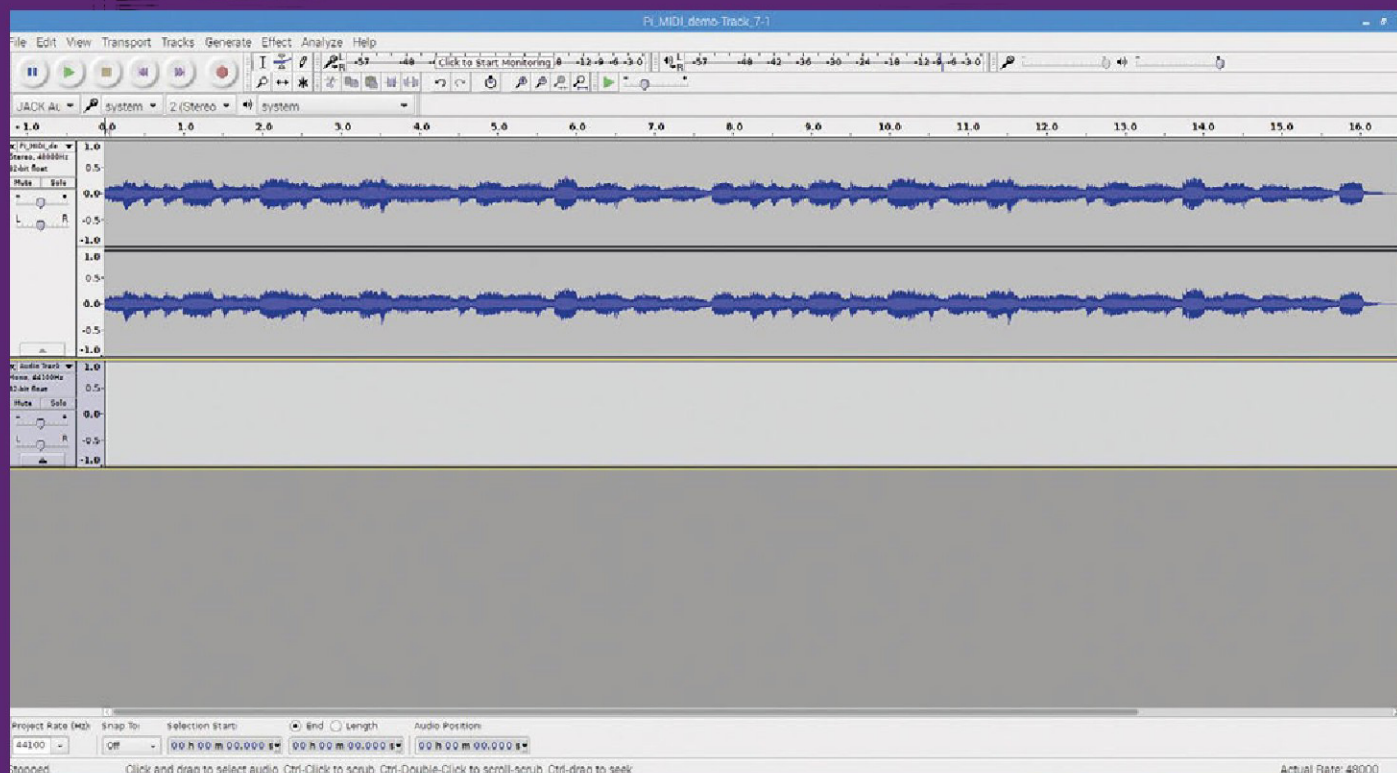
LO SPARTITO

Se sei più a tuo agio lavorando con un tradizionale spartito musicale, invece che con il piano roll, o se vuoi stampare e condividere la tua composizione per esibizioni live, vorrai un editor di notazione. Qtractor non ne ha uno integrato, ma abbiamo installato in precedenza MuseScore .

Qtractor salva ed esporta le sue sezioni MIDI come file .mid, che MuseScore può aprire e editare. Ti offre un controllo fine sul tono e sulla lunghezza delle note e può anche riprodurre dei file MIDI tramite JACK: vai a Edit > Preferences, scegli la scheda I/O e seleziona JACK audio server, poi salva queste impostazioni e riavvia il programma.

REGISTRAZIONE AUDIO DIGITALE

Qtractor può anche gestire la registrazione audio digitale da microfoni o dagli ingressi strumenti di una Interfaccia audio USB. Per la maggior parte degli strumenti, come bassi elettrici, violini e chitarre, vorrai configurare un ingresso mono per

Se leggi spartiti tradizionali, strumenti come MuseScore ti fanno editare e scrivere musica MIDI su di un pentagramma

Per una modifica dettagliata della forma d'onda, Audacity rende semplice il taglia, incolla, cancella, e applicare effetti alle tracce audio digitali

il tuo file, prima di registrare. Apri il menu View e seleziona Buses. Faremo una copia del Audio Master bus.

Per farlo, selezionalo e poi, nella casella Properties, digita un nuovo nome per sostituire Master – Mono sarebbe il migliore. Nella modalità pull-down, sostituire Duplex con Input e sotto Audio, riduci il numero di canali a 1. Quindi clicca sul bottone Create.

Salva il tuo file una volta che hai fatto questo, in quanto la configurazione del bus è per progetto. Aggiungere un bus può a volte interferire con JACK, quindi è una buona idea impostare il tuo bus prima di iniziare a lavorare sul tuo progetto. Se non dovessi essere più in grado di ascoltare il MIDI o l'audio, dovresti dover spegnere e riavviare Qtractor, Qsynth e QjackCtl.

> "Faremo una copia dell' Audio Master bus"

Con il tuo bus configurato, ritorna all'interfaccia principale e premi **MAIUSC+INS** o utilizza il menu di scelta rapida per creare una traccia. Imposta il suo tipo come audio, il suo Input come Mono e il suo Output come Master. Dovresti sentire il tuo strumento attraverso i tuoi monitor.

La registrazione delle tracce audio funziona in modo molto simile alla registrazione live di un ingresso MIDI: premi **R** sulla traccia da abilitare e muovi l'indicatore di riproduzione ovunque tu voglia iniziare, premi il bottone rosso Record, premi Play e inizia a strimpellare.

ESPORTA MIDI IN AUDIO

Siccome Qtractor utilizza FluidSynth per gestire le sue voci MIDI, non puoi esportare direttamente le tracce MIDI come audio PCM adatto alla compressione e distribuzione come MP3.

Tuttavia, una volta che sei soddisfatto degli elementi MIDI della tua traccia, puoi registrarli come audio PCM creando una nuova traccia audio, usando il bus Master sia per l'input che per l'output. Premi **F8** per aprire l'interfaccia di connessione audio di JACK; espandi le uscite Qsynth sulla destra, gli input di Qtractor sulla sinistra; e trascina Qsynth a sinistra in Qtractor Master/in_1 e Qsynth a destra in Qtractor Master/in_2.

Ritorna all'interfaccia principale di Qtractor, abilita la traccia audio premendo **R**, riporta all'inizio il tuo pezzo, premi il bottone rosso Record nella barra degli strumenti, e quindi premi Play.

Anche se un po' tortuoso, questo metodo crea una perfetta interpretazione audio PCM di uno o più tracce MIDIe, che puoi poi facilmente missare, applicargli effetti, pubblicare o esportare per ulteriori modifiche.

UN ALTRO PUNTO DI VISTA

La vista predefinita per le forme d'onda audio, in Qtractor, è piuttosto angusta ma, nascosto in basso a destra dello spazio di lavoro principale, troverai un insieme di cinque icone "lente di ingrandimento". Puoi usarle per ingrandire la forma d'onda in modo da poter tagliare e incollare parti della traccia, che selezioni

racchiudendo la sezione voluta tra gli indicatori di modifica.

Il design di Qtractor è molto influenzato dallo stile tracker dei software sequencer, che lo rende adatto alla costruzione su una traccia con loop brevi e campioni. Tuttavia, se hai una registrazione particolarmente lunga da ripulire, l'editor audio Audacity, che abbiamo installato in precedenza, fornisce una gamma di strumenti rapidi e semplici dedicati a una veloce modifica della forma d'onda.

Per esportare tracce audio digitali da Qtractor, seleziona la traccia, vai su Track>Export tracks>Audio e salvala come un file WAV, che può essere aperto in Audacity.

Audacity utilizza l'audio ALSA di di default, quindi non dimenticare di cambiarlo su JACK nelle preferenze o tramite il menu a discesa a destra, appena sopra lo spazio di lavoro principale.

Usando Audacity, è facile tagliare via le parti che non desideri: basta selezionare una sezione della tua traccia, trascinando il mouse, e premere **CTRL+X** per tagliarla, **CTRL+C** per copiarla, o **CANC** per rimuoverla interamente. La parte audio tagliata o copiata, sarà incollata ovunque tu vada a cliccare, o su qualsiasi sezione di audio vai a selezionare.

Un potente menu effetti può alterare sottilmente o radicalmente la tua registrazione. Quando sei soddisfatto, puoi usare il menu File> Esporta per salvare la composizione modificata come un WAV per reimportarlo in Qtractor per un'ulteriore missaggio.

> Un potente menu effetti può modificare sottilmente o radicalmente la registrazione

Quando hai finito di lavorare su una composizione in Qtractor, puoi usare la sua funzione Export Tracks per missare ogni traccia selezionata nel tuo spazio di lavoro in un singolo file WAV, che puoi aprire nuovamente in Audacity per esportarlo in un formato più piccolo, più adatto agli ascoltatori.

PUBBLICARE MUSICA

È importante utilizzare una copia delle le tue registrazioni che sia multitraccia e senza perdita di qualità, ma per la distribuzione online, è normale comprimere i file utilizzando codec lossy come MP3 - che scarta parti di dati audio che potrebbero essere non udibili all'orecchio umano – o, per una qualità più alta, codec senza perdita di informazioni, come il FLAC, che conserva tutti tuoi dati sonori, ma in file che risultano di dimensioni maggiori .

Qualunque cosa tu scelga, non dimenticare di aggiungere i metadati appropiati come il nome della traccia e i crediti. Puoi pubblicare e trasmettere in streaming la tua musica gratis, su **bandcamp.com** e **soundcloud.com**, mentre i servizi di distribuzione indipendenti come **cdbaby.com** sono in grado di pubblicare la tua musica su piattaforme come Spotify e iTunes per una piccola tariffa.

Audacity ti offre anche delle generose preferenze di salvataggio, come dettagli audio da utilizzare durante la riproduzione